



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA - DECO**

ANDERSON ALEX DE OLIVEIRA SANTOS

**QUALIDADE AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DO RIO
POXIM (ARACAJU/SERGIPE) COM ENFOQUE
ECOTOXICOLÓGICO**

São Cristóvão

2014/2



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA - DECO**

ANDERSON ALEX DE OLIVEIRA SANTOS

**QUALIDADE AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DO RIO
POXIM (ARACAJU/SERGIPE) COM ENFOQUE
ECOTOXICOLÓGICO**

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Jeamylle Nilin

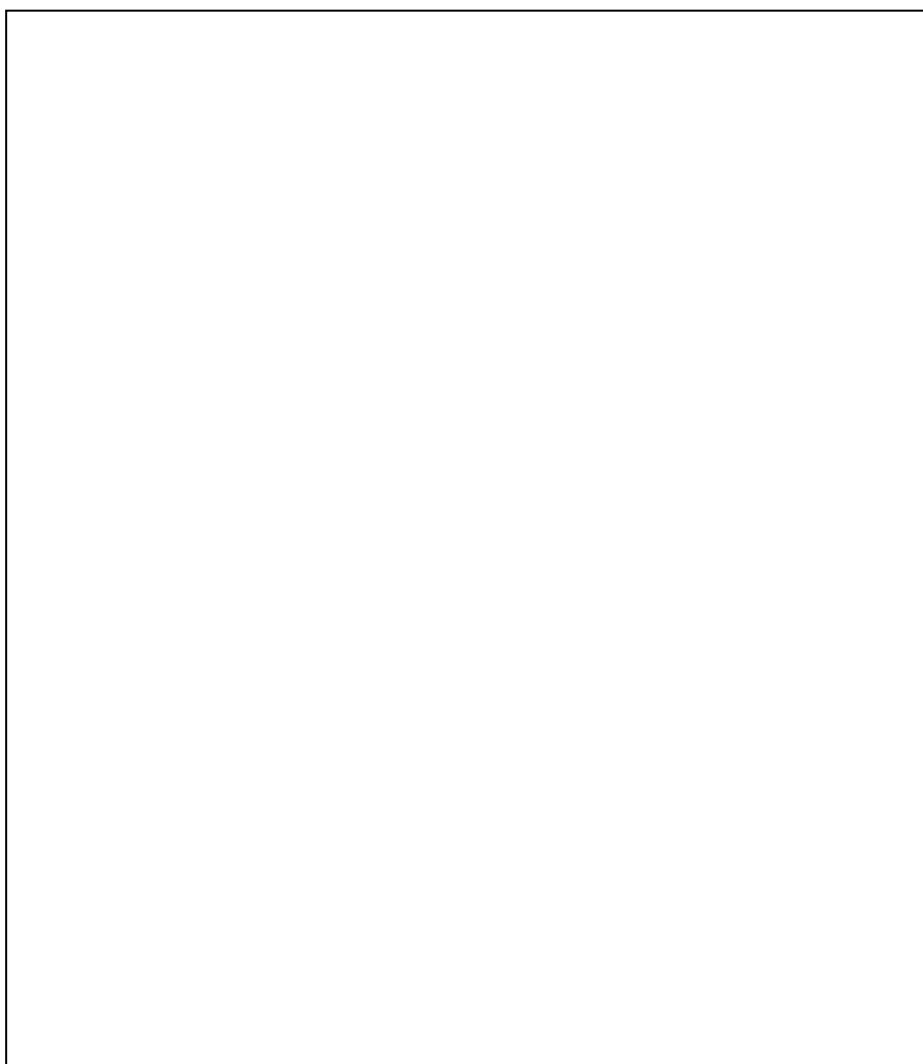
Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de Ecologia
da Universidade Federal de Sergipe como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Bacharel em Ecologia.

São Cristóvão

2014/2

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica



Nome: Anderson Alex de Oliveira Santos

Título: Qualidade ambiental do estuário do rio Poxim (Aracaju/Sergipe) com enfoque ecotoxicológico

Trabalho de Conclusão do Curso de Ecologia apresentado a Universidade federal de Sergipe- UFS, como requisito exigido para obtenção do título Bacharel em Ecologia.

Área de concentração: Ecologia

Data da defesa: 25/02/2015

Resultado:_____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia_____

Universidade Federal de Sergipe

Profª. Drª. Myrna Friederichs Landim De Souza _____

Universidade Federal de Sergipe

Prof. Drª. Jeamylle Nilin_____

Universidade Federal de Sergipe

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que proporcionou todas as minhas realizações, não apenas na vida acadêmica, mas também nos momentos que irão por vir.

Agradeço em especial a Prof^a. Dr^a. Jeamylle Nilin, por ter disponibilizado seu tempo, para orientar-me, proporcionar uma visão ampla que a Ecotoxicologia, pela confiança em meu potencial.

Aos Professores da Banca examinadora, Prof. Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia e Prof^a. Dr^a. Myrna Friederichs Landim de Souza, pelas contribuições a este trabalho.

A Universidade Federal de Sergipe, pela estrutura disponibilizada e para a realização deste curso.

Ao Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Sergipe, pelo apoio prestado durante todos esses anos.

A todos os professores do curso de Ecologia e dos demais Departamentos, que foram importantes na minha formação acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Ao Laboratório de Estudos Ecotoxicológicos - LESE, por toda a estrutura presente, o que permitiu a realização deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Estudos Ecotoxicológico - LESE, José Bruno, Priscyla, Meggie, Camila e a técnica Josivania pelo auxílio prestado, amizade, companheirismo, pelas coletas e manutenção do cultivo, fundamental para a realização dos experimentos.

A minha mãe Auristela, pelo carinho, pela força, por facilitar a minha chegada a esse momento de vitória, sei que muitas das vezes ela se privou de realizar seus sonhos para que eu e meu irmão realizássemos os nossos, e que essa vitória não é só minha, mas dela também.

Ao meu Irmão Álvaro Márcio, que admiro muito, a minha cunhada Andressa, pelo apoio prestado nos momentos difíceis.

A minha noiva Amanda Borges pelo companheirismo e por sempre me colocar para frente, me incentivando em todos os momentos.

Agradeço a todos que me ajudaram de maneira direta ou indireta a atingir esse sonho. Serei sempre grato a todos vocês por essa conquista!

*“A maior dívida ambiental que temos é a
carência de saneamento básico”*

(André Corrêa

- Secretário do Ambiente/Rio de Janeiro).

RESUMO

A região estuarina do rio Poxim está localizada na área metropolitana de Aracaju, e como toda grande metrópole brasileira sofre com o crescimento desordenado, sem a infraestrutura para o saneamento básico, e o lançamento de efluentes industriais e domésticos nos recursos hídricos, muitas vezes sem tratamento, acaba por afetar a qualidade das águas e a biota residente. A maioria dos estudos realizados para avaliação desse impacto é voltada para as análises físico-químicas da água e do sedimento, porém estudos para avaliar os efeitos adversos dos poluentes em organismos ainda são escassos para a região estudada. Nesse sentido, os estudos ecotoxicológicos são executados visando entender os efeitos adversos que os organismos estão sendo acometidos em ambientes aquáticos e terrestres. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental da água do estuário do rio Poxim, utilizando o misidáceo *Mysidopsis juniae*. Foram realizadas coletas da água em agosto e outubro de 2014, em três estações, durante a maré baixa. Em campo foram avaliados os parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e temperatura). Misidáceos juvenis (1 a 8 dias) foram expostos às amostras durante 96 horas, e ao final deste período foi avaliada a sobrevivência. Através da avaliação dos parâmetros físico-químicos, foi possível observar uma variação dentro dos limites aceitáveis pela legislação para esse tipo de ambiente, porém, os valores encontrados para amônia (0,25 a 3,00 ppm) e nitrito (0,5 a 1,00 ppm) estiveram acima do permitido pela mesma. Houve redução significativa da sobrevivência dos organismos expostos às amostras da E1 (Ponte do Inácio Barbosa) e E2 (Parque dos Cajueiros) na coleta realizada em agosto/2014. Por outro lado, não houve efeito significativo nas amostras do mês de outubro para os mesmos locais. Os resultados obtidos nesse trabalho sugerem que os poluentes carregados pelas águas provindas do rio Poxim contribuam para a baixa qualidade ambiental do estuário, podendo ser agravado durante o período chuvoso. Dessa forma, é necessário o monitoramento ecotoxicológico dessa região, sendo o ensaio de toxicidade com o misidáceo *Mysidopsis Juniae* bastante indicado para avaliação da qualidade das águas do estuário do rio Poxim.

Palavras-chave: Estuário, Ecotoxicologia, Poluição, Misidáceo.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	MATERIAL E MÉTODOS	4
	2.1 Amostragem da água	4
	2.2 Organismo-teste e manutenção do cultivo.....	7
	2.3 Ensaaios Ecotoxicológicos	8
	2.4 Análise dos dados	8
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
	3.1 Avaliação <i>in situ</i>	9
	3.2 Ensaaios ecotoxicológicos.....	11
4	CONCLUSÃO.....	16
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

A formatação do corpo do trabalho seguiu as normas da revista Scientia Plena (ANEXO A)

1 INTRODUÇÃO

A sub-bacia hidrográfica do rio Poxim está inserida na bacia hidrográfica do rio Sergipe, sendo assim um dos afluentes deste rio. Ele percorre os municípios de Itaporanga d'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão e Aracaju, capital do Estado de Sergipe (Figura 1); e suas águas são provenientes de três rios denominados: Poxim-Mirim, Poxim-Açu e Pitanga^[1], tendo as suas principais nascentes localizadas na Serra dos Cajueiros no município de Itaporanga d'Ajuda^[2].

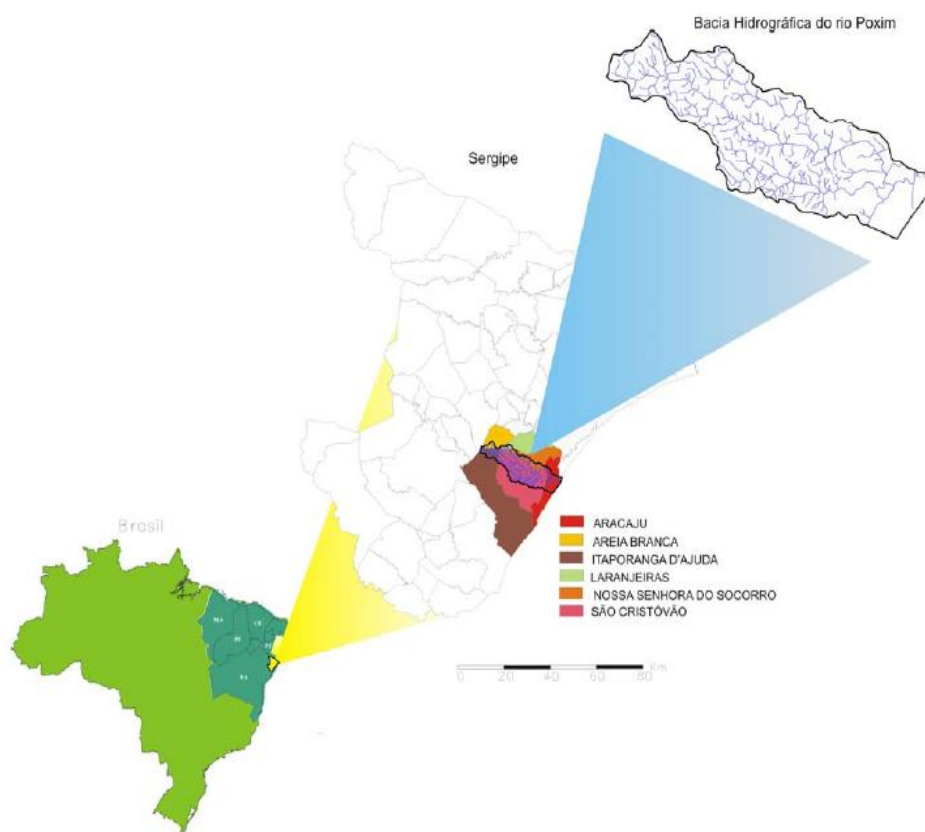


Figura 1: Mapa de localização da Bacia hidrográfica do rio Poxim, Sergipe com seus respectivos municípios.
Fonte: Aguiar Netto^[2].

Segundo Aguiar Netto^[3], os principais usos do solo da região causam impactos que são encontrados da nascente até a confluência com o rio Sergipe, por exemplo, ocupação urbana e industrial (químico, imóveis, têxtil), áreas de cultivo a exemplo da cana-de-açúcar, do coco e da mandioca e por fim áreas de exploração de petróleo. A região estuarina do rio Poxim está localizada na área urbana e impactada do município de Aracaju, tendo como sua extensão aproximada de 9 km, com largura máxima de 100 m e profundidade média de 2 m^[4].

A porção final do estuário é marcada pela confluência do rio Poxim e as águas do estuário do rio Sergipe nas proximidades do bairro Coroa do Meio, município de Aracaju, esta região apresenta como formação geomorfológica a planície fluvio-marinha, ou seja, que tem influencia tanto de fatores marinhos como de rios^[1]. Porém essa conformação atual é recente, e segundo Wanderley^[5] a barra do rio Sergipe era maior do que os dias de hoje, sendo que o rio Poxim desaguava diretamente no mar, mas com as mudanças ocorridas em 200 anos, surgiram bancos arenosos e coroa, que hoje se apresentam aterradas completamente pela ação antrópica e naturalmente, surgindo assim o bairro Coroa do Meio (Figura 2), e um braço morto do Rio Sergipe, que é denominada de maré do apicum, sendo hoje a foz do rio Poxim (complexo estuarino/ maré do apicum).

Como a região estuarina está inserida na região metropolitana de Aracaju, o lançamento de esgoto é apresentado como maior problema de poluição aquática, cuja intensidade está associada diretamente à distribuição da população do entorno e dos diversos canais de drenagem que ali existem^[3,4]. Em Aracaju existem cerca de 70 canais na sua macrodrenagem, que levam os resíduos até os principais rios da região, incluindo o rio Poxim^[6]. Um estudo realizado no ano de 2008 mostrou que para os municípios brasileiros que apresentam coleta de esgoto sanitário, apenas cerca de 28,5 % apresentam tratamento de esgoto^[7]. No Nordeste, dados do ano de 2013 demonstraram que apenas 29,95 % dos domicílios da região apresentam esgoto tratado^[8]. Em Aracaju, no ano de 2012, apenas 33,49 % do esgoto foi tratado^[9].

Os estuários segundo Castro^[10], são “*áreas semifechadas onde a água doce e a água do mar se encontram e se misturam*”. Nestes ambientes a riqueza de espécies consideradas endêmicas não é elevada, mas eles são os locais que apresentam uma elevada produtividade e uma boa biodiversidade, estes fatores são dados diante a intrínseca interação entre os ambientes considerados marinhos e dulcícola, fundamental para a manutenção dos processos ecossistêmicos de áreas costeiras adjacentes, tais como produção e exportação de matéria orgânica, e também reprodução e desenvolvimento de espécies. Todavia, esses ambientes são altamente impactados pela ação humana^[10].

Por apresentar funções ecológicas diversificadas, os estuários são ambientes frágeis fazendo com que as condições necessárias para o desenvolvimento e manutenção da vida dos organismos possam ser comprometidas por mau uso dos recursos ambientais, sendo este reflexo das atividades realizadas pela sociedade moderna. Essas condições para uma boa interação estão relacionadas com as propriedades: física, química e biológica, que precisam estar em constante equilíbrio para assim manter as condições de vida^[11]. Mas estas condições podem serem alteradas pela introdução de substâncias estranhas, conhecidas como xenobióticos ou mesmo substâncias naturais que apresentem quantidades elevadas podem causar desequilíbrio na região^[12].

A avaliação da qualidade da água é determinada por parâmetros físico-químicos e índices como pH, temperatura, Índice de qualidade das águas (IQA), Índice de qualidade das Águas para Proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas (IVA)^[13], mas também é possível dimensionar e caracterizar um rio com a comparação da quantidade de água (volume) e a sua qualidade ambiental, pois tais

ambientes aquáticos apresentam volumes diferenciados. Os que apresentam volume elevado, muitas das vezes, podem diluir e transportar as substâncias com uma maior facilidade e assim podem causar algum efeito adverso aos organismos e, do mesmo modo, mostram se estão poluídos ou não, tendo essa variação também controlada pelo aporte de efluentes neles liberados^[14].

Na visão da Ecotoxicologia, poluentes são “*agentes físicos, químicos ou biológicos presentes no ambiente em concentrações ou níveis suficientes para causar efeitos adversos aos organismos vivos*”^[12]. Os poluentes apresentam efeitos diferenciados, podendo causar alterações nos diversos níveis de organização biológica, de molécula até ecossistema^[15].

Partindo desse princípio, e com o intuito de controlar o lançamento de agentes potencialmente poluidores, a resolução n° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)^[16], classifica as águas segundo os seus usos e determina os valores máximos permitidos para determinados parâmetros que podem ser encontrados em cada tipo de enquadramento (classe) sendo diferenciados conforme seus usos. Para as águas doces (rios e lagoas) são citadas cinco classes (especial, 1,2,3 e 4), para as águas salobras (estuários e algumas lagoas), existem quatro classes (especial, 1,2 e 3) e para as águas salinas (mares e oceanos) também existem 4 classes (especial, 1, 2, e 3).

Os afluentes do rio Poxim apresentam classes diferenciadas, onde para o rio Poxim-Mirim e o rio Poxim-Açu estão classificados entre as classes 1 a 4 por apresentarem diversos usos diferenciados que por consequência causam impactos distintos^[17]. No entanto, o mesmo trabalho realizado em 2009 e 2010^[17], os afluentes foram enquadrados para a situação atual nas classes 3 e 4 através dos parâmetros (pH, Oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, n-amoniaco, Demanda Bioquímica de Oxigênio- DBO), mas dentro destes o que apresentou um destaque foi o parâmetro DBO, possibilitando determinar a classificação deste corpo hídrico^[17].

Nesta resolução, para além dos parâmetros físico-químicos, são também requeridos para análises ambientais, dados biológicos a partir de análise microbiológica e ecotoxicológica^[16].

Os ensaios ecotoxicológicos têm como objetivo integrar os diversos fatores analisados na avaliação de qualidade de água, tendo em vista a proteção da biodiversidade local. Os testes ecotoxicológicos ou bioensaios, utilizam organismos que apresentam uma sensibilidade elevada e que são considerados representativos nos ecossistemas estando presentes em diferentes níveis de organização, sendo essenciais para uma avaliação da qualidade ambiental das águas e dos possíveis agentes poluidoras que os ambientes podem receber^[15]. Uma crescente demanda de urbanização fez com que os recursos hídricos fossem utilizados como locais de eliminação de efluentes domésticos e industriais. Neste sentido, tais ambientes apresentam uma maior possibilidade de contaminação, sendo estes sempre utilizados para a realização dos bioensaios ecotoxicológicos, que visam apresentar respostas sobre a condição atual do ambiente^[14].

Os bioensaios estão definidos quanto a sua classificação em agudos e crônicos, onde os mesmos apresentam como principais diferenças o tipo de resposta que eles apresentam e no tempo de

exposição em que o organismo será exposto durante a realização do experimento. Os testes agudos são aqueles que os efeitos são identificados em um menor tempo de exposição, sendo este tempo relacionado ao ciclo de vida do organismo-teste. Nesse tipo de avaliação é geralmente observado como as substâncias químicas ou amostras ambientais podem ser letais aos organismos em períodos que podem variar de horas a poucos dias^[12]. Já os ensaios biológicos crônicos expõem os organismos-teste a períodos mais longos do ciclo de vida, e tem como finalidade identificar os efeitos sub-letais (na reprodução, fecundidade e crescimento) mediante a essa exposição^[12].

No Brasil, os bioensaios agudos utilizando os espécimes *Mysidopsis juniae* (Crustacea: Mysidae) são amplamente utilizados para a avaliação de ambientes estuarinos e marinhos, toxicidade de produtos químicos, efluentes e dispersantes^[18].

Os misidáceos, por apresentar características representativas nos ambientes, têm sido usados há mais de três décadas, nesse tipo de bioensaio, por serem considerados um dos grupos mais sensíveis da comunidade marinha e apresentar-se nos primeiros níveis da cadeia trófica^[19].

No Brasil a realização dos testes de avaliação da toxicidade, esse o organismos teste utilizado neste trabalho é ampla, como por exemplo, a determinação da toxicidade de tintas anti-incrustantes^[20], a análise de risco dos resíduos de herbicida em áreas de cultivo de arroz irrigado^[21], toxicidade de efluentes de carcinicultura^[22], avaliação da toxicidade metais zinco e níquel^[23] e avaliação do efluente de uma indústria têxtil^[24].

Diante do que foi apresentado e considerando a necessidade da adição da avaliação ecotoxicológica na análise da qualidade ambiental do estuário do rio Poxim, já que até o presente momento não foram encontrados trabalhos relacionados a exposição de organismos, (e sim trabalhos que utilizam os parâmetros físico-químicos como respostas para a qualidade ambiental), visando a importância que os testes de toxicidade têm para a análise da qualidade ambiental de corpos hídricos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental do estuário do rio Poxim, utilizando o bioensaio de toxicidade aguda com o *Mysidopsis juniae* a partir da sobrevivência quando expostos a água do estuário juntamente com caracterização dos parâmetros físico-químicos da água (pH, salinidade, oxigênio dissolvido, temperatura, amônia e nitrito).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem da água

As coletas foram realizadas no estuário do rio Poxim, nos meses de agosto e outubro de 2014, em três estações de amostragem (Tabela 1e Figura 2). As amostras de água foram coletadas durante a maré baixa, ou próxima ao horário da mesma, seguindo a tábua de marés da Capitania dos Portos de Sergipe (Tabela 2). As amostras de água superficial (0,3 m) foram coletadas diretamente em frascos de

polietileno com o volume de um litro devidamente etiquetado. Para caracterizar cada estação de coleta foram medidos, *in situ*, os parâmetros oxigênio dissolvido (O.D.), pH, temperatura e salinidade.

Para a determinação do oxigênio dissolvido foi utilizado o aparelho: Oxímetro HANNA modelo HI 9146. Os valores obtidos para salinidade foram através da utilização do refratômetro portátil. Para o pH o aparelho KASVI modelo K39. Para os fatores químicos, a amônia total e Nitrito foram utilizados os testes químicos para aquário da marca Labcon Test.

Tabela1: Estações de coleta no estuário do rio Poxim-Sergipe.

Estações de Coleta	Referência	Coordenadas Geográficas
		Datum SAD69
E1	Ponte Gilberto Vila Nova de Carvalho (bairro Inácio Barbosa)	10°57'25.01"S 37° 4'9.37"O
E2	Parque dos Cajueiros (Bairro Farolândia)	10°57'33.09"S 37° 3'13.95"O
E3	Ponte Godofredo Diniz (Bairro 13 de julho)	10°56'30.89"S 37° 2'58.01"O

Após a coleta, as amostras foram mantidas em caixa de isopor com gelo, até serem levados para o Laboratório de Estudos Ecotoxicológicos (LESE) da Universidade Federal de Sergipe e congeladas por até dois meses, assim, mantendo estáveis suas propriedades .



Figura2: Estuário do Rio Poxim com a definição das estações de coletas (E1 – Inácio Barbosa; E2 – Parque dos Cajueiros; E3 – 13 de julho. Em destaque a área de aterro. Fonte: Google maps, 2015.

Tabela 2: Dados das coletas de água no estuário do rio Poxim, Sergipe.

Mês da Coleta	Dia	Horário da coleta		Maré baixa* (m)	Horário da maré*
		Início	Término		
Agosto/2014	12	10:30	11:30	-0,1	11:21
Outubro/2014	18	9:11	10:04	0,6	06:39

*Segundo tábua de marés do ano de 2014 para Capitania dos Portos de Sergipe ^[25] Brasil- Tábua de marés (2014).

2.2 Organismo-teste e manutenção do cultivo

Os misidáceos da espécie *Mysidopsis juniae* (Figuras 3 e 4) usados nos experimentos foram oriundos do cultivo mantido no Laboratório de Estudos Ecotoxicológicos (LESE) da Universidade Federal de Sergipe - UFS.



Figura 3: Misidáceo macho, Mysidopsis juniae
Fonte: Autor, 2015



Figura 4: Misidáceo fêmea, Mysidopsis juniae
Fonte: Autor, 2015

Os misidáceos (Crustacea: Mysidae), são encontrados em um tamanho que varia de 2 a 35 mm de comprimento. O que determina a diferença dos outros grupos, é a presença nas fêmeas de uma estrutura em formato de bolsa na parte ventral, cuja denominação é marsúpio, tal estrutura tem a função básica de armazenar os filhotes desta espécie^[26].

Sua distribuição é considerada bem ampla, com isso facilitando a presença deles nos diversos tipos de ambientes, como por exemplo nos marinhos em variadas profundidades, mas eles não são apenas organismos marinhos, existem também algumas espécies que são de ambientes de água doce.

Apresentam um tipo de alimentação que absorvem as partículas retiradas da estrutura de seu corpo durante sua limpeza, como também através da captura de organismos do plâncton^[26].

Os organismos são mantidos em aquários de 15 L preenchidos com água artificial feita a partir da adição de sal marinho (marca *Blue Treasure*) à água destilada, sendo ajustada até a salinidade 35 ± 2 (100 mL por misidáceo). Diariamente, foi feita a limpeza e a alimentação dos organismos. Também foi realizada, semanalmente, troca parcial de, no mínimo, 25% da água, no momento da limpeza, com auxílio de gaze e sifonamento do fundo. Uma vez por mês foi realizada a contagem dos organismos adultos e manutenção do pareamento de um macho para três fêmeas, sendo então o volume da água ajustado conforme o número de indivíduos presentes. A temperatura foi mantida em 25 ± 2 °C, com aeração constante e um foto-período de 12h de luz: 12h escuro. A alimentação foi feita a partir de náuplios de *Artemia* sp, enriquecidos com óleo de fígado de bacalhau e óleo de peixe^[27].

2.3 Ensaios Ecotoxicológicos

Durante o período de realização deste trabalho foram realizados três experimentos com a substância de referência (sulfato de zinco heptahidratado). Foram testadas quatro concentrações (0,075; 0,15; 0,30 e 0,60 mg/L) e o controle com água do mar artificial (300 mL), em triplicata. Foram expostos juvenis de 1- 8 dias de vida, sem renovação da amostra por um período de 96 horas.

Em cada béquer contendo a solução teste, foram adicionados 10 juvenis, e sua alimentação diária foi feita com náuplios de *Artemia* sp. (48 horas). Todas as condições necessárias foram mantidas para o desenvolvimento do experimento. No início e no fim (96 horas) do experimento, os valores dos parâmetros físico-químicos (salinidade, pH e oxigênio dissolvido) foram mensurados. De acordo com a NBR 15.308 da ABNT^[27], o oxigênio dissolvido não pode ser inferior 4 mg/L, o pH pode apresentar uma variação entre 7,1 e 8,3 e a salinidade deve ser de 35 ± 2 . A cada 24 horas ocorreu a contagem dos organismos até a conclusão do experimento 96 horas. Todos os procedimentos dos ensaios seguiram a norma padronizada NBR 15.308 pela ABNT de 2011^[27] para a espécie escolhida.

Para a realização dos experimentos com as amostras do estuário do rio Poxim fez-se necessário descongelar e aclimatar para a temperatura ambiente as mesmas. Após esses procedimentos, foram realizadas as análises dos parâmetros físico-químicos, no início e fim: salinidade, pH, O.D. e temperatura; e no início: amônia total e nitrito. Para a exposição das amostras foram mantidas as mesmas condições descritas para a substância de referência. Ao final do período de exposição foram mensurados novamente os parâmetros: salinidade, pH e O.D.^[27].

2.4 Análise dos dados

A aceitabilidade dos ensaios foi determinada segundo a ABNT NBR 15.308/2011^[27], onde a mesma indica que a mortalidade dos organismos do controle não pode ultrapassar o valor de 10%.

Ao final dos ensaios com a substância de referência, o número de organismos mortos em cada concentração foi utilizado para calcular a concentração letal média (CL₅₀ em 96h) com auxílio do programa *Trimmed Spearman-Kärber*^[28].

Para a avaliação da sobrevivência dos misidáceos às amostras do estuário do rio Poxim, foi realizada a análise de variância (ANOVA), seguida de Dunnet quando comparado com o controle, com o auxílio do programa estatístico GraphPadPrism versão 5.01.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação *in situ*

Os parâmetros salinidade, pH, O.D. e temperatura foram monitorados no momento da coleta, e também no início e término de cada experimento. Segundo a ABNT^[27], os valores ideais para a sobrevivência dos *M. juniae* são: pH de 7,8 a 8,4, O.D. não inferior a 4mg/L e salinidade 35 ± 2 .

Segundo Lenzi^[11], o pH de um determinado corpo hídrico, é representado pela variação do íon H⁺, o que irá determinar o fator de acidez do determinado corpo hídrico. A acidez de um corpo hídrico pode ser afetada por águas residuais de indústrias, pois tais águas podem conter ácidos ou bases fortes, que por sua vez quando em contato com a água de um corpo hídrico alteram seu pH, mas isso é controlado pela legislação vigente.

O pH das amostras, nos meses estudados, apresentaram uma variação de 7,15 a 7,83, estando dentro do limite aceitável na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA n° 357^[16], para águas salobras, que é de 6,5 a 8,5 (Classe 1 e 2) (Tabela 3). Este parâmetro também foi avaliado no Estudo de Impacto Ambiental para a construção da ponte sobre o rio Poxim em abril de 2008^[4], onde foi encontrado o valor similar de 7,8 na maré vazante e 7,13 na maré enchente, para o ponto que corresponde à estação 1 (E1) deste trabalho.

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos de amostras de água no estuário do rio Poxim - Sergipe, 2014. (E1 – Inácio Barbosa; E2 – Parque dos Cajueiros; E3 – 13 de julho)

	Estações	Oxigênio Dissolvido (mg/L)			Salinidade			Temperatura (°C)			pH		
		E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
Mês/Ano	Ago/14	7,35	7,15	7,65	5	16	18	29,9	29,8	30	7,64	7,45	7,13
	Out/14	7,15	7,4	7,83	5	15	32	30,4	29,2	29,5	7,83	7,4	7,15

A salinidade apresentou a variação de 5 a 18 (mês de agosto/ 2014) e 5 a 32 (mês de outubro/2014) (Tabela 3). Segundo Barbosa^[29], a salinidade dos estuários é completamente alterada, por conta das variações naturais da maré e, como foi encontrado neste trabalho, a salinidade tende a aumentar quando mais próxima da confluência do rio com o mar.

Em outro estudo para a mesma região^[4], porém em períodos diferentes, foram encontrados valores de salinidade que variaram entre 0,5 (maré vazante) e 2 (maré enchente), tais valores podem ser explicados pelo período de amostragem ter sido no período chuvoso e também por conta do método que foi analisado a amostra. No presente trabalho, foram coletadas amostras de água apenas no período seco, todavia as amostras da coleta realizada em agosto/2014 ainda sofreram influência das chuvas no período de transição entre a estação seca (agosto a março) e a estação chuvosa (abril a julho) (Figura 4).

As alterações de salinidade podem interferir nos processos físico-químicos, a exemplo da solubilidade, e nos processos fisiológicos, por exemplo, na alteração da osmorregulação. Ela também pode interferir na bioacumulação dos metais, porém para cada metal existe uma interação diferente, o que torna as respostas mais complexas, a exemplo do chumbo que aumenta quando a elevações de salinidade. Alterações na salinidade também podem interferir na solubilidade dos compostos orgânicos neutros, fazendo com que a mesma aumente ou diminua^[12].

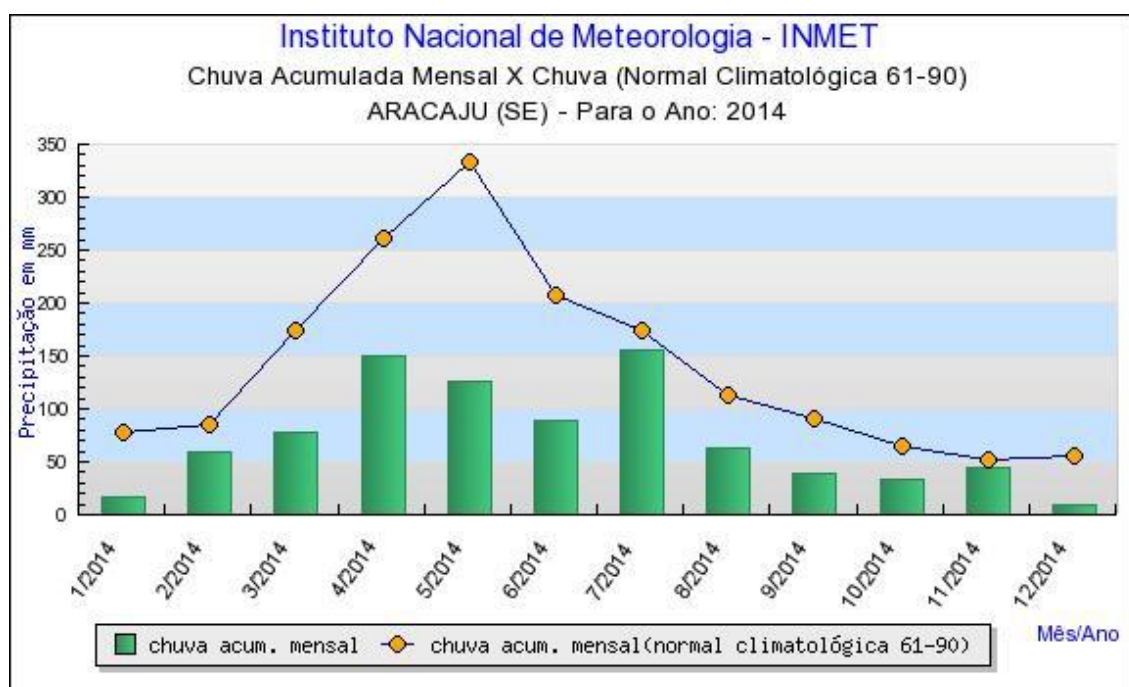


Figura 4: Chuva Acumulada mensal no ano de 2014 e histórica (Normal Climatologica 61-90), para o município de Aracaju- SE. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia-INMET^[30].

De acordo com os dados obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia INMET^[30], o período seco e chuvoso para a área de estudo, estão definidos entre os meses de agosto a janeiro (máxima 50 mm) e fevereiro a julho (máxima 150 mm) respectivamente (Figura 4). Contudo, neste trabalho, apenas estão apresentados dados referentes ao período seco, sendo necessário a continuidade da avaliação ecotoxicológica durante o período chuvoso.

Os valores de Oxigênio Dissolvido, mensurados na coleta, tiveram uma variação de 7,15 a 7,63 mg/L, permanecendo sempre superiores a 7 mg/L, mostrando assim que estão de acordo com a resolução CONAMA 357/2005^[16], estas concentrações de oxigênio dissolvido são valores que não inferiores a 5 mg/L (classe 1) e nem 4 mg/L (Classe 2) (Tabela 3). Entretanto em um estudo realizado na mesma região, entre novembro de 2005 a setembro de 2006, esses valores foram sempre inferiores a 4 mg/L^[31]. Em outro estudo realizado em 2008^[4] o rio Poxim apresentou também valores reduzidos de O.D. entre 2,1 mg/L(maré vazante) e 2,8 mg/L(maré enchente), dessa forma evidencia que a qualidade das águas pode estar aquém dos limites do CONAMA 357/2005^[16] e assim apresentando perigo a biota local.

Os ambientes aquáticos apresentam um potencial significativo para receber efluentes provenientes de esgotos domésticos, indústrias e também por escoamento superficial, sendo esses efluentes ricos em substâncias orgânicas, por conta disso espera-se que em esses ambientes, quando poluídos, apresentem valores baixos de oxigênio dissolvido. Esse processo de consumo excessivo de oxigênio está relacionado aos organismos que decompõem a matéria orgânica, sendo o mesmo utilizado para sua respiração^[32].

Com isso, o parâmetro oxigênio dissolvido é bastante utilizado em diversas regiões, cuja finalidade é identificar áreas potencialmente atingidas pela eutrofização. Mas em áreas que apresentam um clima mais tropical esse fator é tende a ser completamente alterado por conta do tipo de vegetação que está presente na margem dos ambientes aquáticos^[33].

A temperatura variou entre 29,2 a 30 °C para as estações estudadas. No trabalho realizado para o diagnóstico do rio Poxim os dados tiveram uma variação de temperatura de 21 a 32 °C, sendo estas ocorridas nos meses de novembro de 2005 a setembro de 2006^[34]. Outro estudo realizado em 2008^[4], esses valores se assemelham ao presente trabalho, tendo para a maré vazante 30,2 °C e maré enchente 29,6°C. O que faz com que os valores encontrados de temperatura estejam dentro dos limites da região.

3.2 Ensaios ecotoxicológicos

Os valores de pH, oxigênio dissolvido e salinidade para o início e fim dos experimento realizados com as amostras do estuário do rio Poxim estão descritos na Tabela 4. Houve manipulação nas amostras para a correção da salinidade em todas as estações em ambas as coletas para o ajuste de

salinidade 35 ± 2 , sendo esta salinidade a fundamental para a realização dos experimentos com o organismo utilizado.

O pH das amostras referentes ao mês de agosto e do controle tiveram a variação no início do experimento de 7,9 a 8,9 e no final 7,84 a 8,12 (Tabela 4). O Oxigênio Dissolvido variou no início de 6,55 a 7,2 mg/L, e no fim de 4,93 a 5,71mg/L (Tabela 4), estes valores estão de acordo com a NBR ABNT-15308/2011, (pH de 7,8 a 8,4, salinidade 32 a 37 e o oxigênio dissolvido não inferior 4 mg/L) ^[27].

Para as amostras e o controle do mês de outubro, os valores de pH não tiveram variação, ficando em torno de 8. O oxigênio dissolvido obtido variou no início de 7,27 a 7,41mg/L e no fim 6,32 a 6,41 mg/L. A salinidade apresentou variação de 33 a 36 ao término do experimento (Tabela 4). Os valores encontrados durante o início e o término do experimento estiveram dentro dos limites apresentados pela NBR ABNT 15308/2011 ^[27].

Tabela4: Parâmetros físico-químicos analisados das amostras do estuário do rio Poxim- Sergipe durante os experimentos realizados nos meses de agosto e dezembro de 2014. (E1 – Inácio Barbosa; E2 – Parque dos Cajueiros; E3 – 13 de julho)

Agosto2014								
Amostras	Início				Fim			
	pH	OD	Salinidade	Temperatura	pH	OD	Salinidade	Temperatura
Controle	7,9	6,55	35	24,8	7,84	4,93	36	25
E1	8,9	7,12	34	24,6	8,08	5,2	34	24,7
E2	8,8	6,91	34	24,7	8,06	5,68	33	24,7
E3	8,41	6,95	34	24,7	8,12	5,71	35	24,8
Outubro 2014								
Amostras	pH	OD	Salinidade	Temperatura	pH	OD	Salinidade	Temperatura
Controle	8	7,35	35	25,1	8	6,35	34	25
E1	8	7,41	35	25	9	6,32	34	24,8
E2	8	7,37	35	25	8	6,41	34	24,8
E3	8	7,27	35	25,1	8	6,4	33	24,9

Adicionalmente foi realizado, a cada início dos experimentos, testes para quantificar amônia total (amônia tóxica) e nitrito. Valores obtidos de amônia total ($(\text{NH}_4^+) + (\text{NH}_3)$) variaram de 1,00 a 3,00 ppm nas amostras coletadas nos dois meses amostrados, com exceção da estação 3 (0,25 ppm). Tais valores estão acima dos recomendados na resolução CONAMA n° 357/2005, onde os valores máximos permitidos para as águas salobras são 0,40 mg/L (classe 1) e 0,70 mg/L (classe 2). Em estudo realizado na mesma região^[31], valores obtidos de amônia total se assemelharam aos obtidos neste trabalho, cuja variação entre os meses amostrados foi de 0,2 a 1,62 mg/L, o que sugere um processo de eutrofização do ambiente.

A partir dos dados de amônia total, foram determinados os valores da amônia tóxica (NH_3), que apresentou uma variação entre 0,009 a 0,557 ppm, sendo este apresentando um fator muito preocupante, pois essa forma apresenta uma maior facilidade de afetar as estruturas biológicas dos organismos (membranas celulares), a exemplo dos peixes, prejudicando a formação de energia, fazendo com que o crescimento dos mesmos sejam totalmente afetados, também influenciando na formação de suas proteínas^[35]. Os valores encontrados nas amostras do estuário estão entre as concentrações letais para organismos como peixes e microcrustáceos, em exposição no período de 24-96 horas (CL_{50} 0,4 a 2 mg/L)^[36]. Na região do estuário do rio Poxim^[31] foram encontrados valores de 0,020 a 0,523 mg/L de amônia tóxica de novembro de 2005 a setembro de 2006, assemelhando-se com os valores obtidos neste trabalho.

A amônia tem por característica apresentar efeitos tóxicos quando encontrada em concentração diferente da permitida para o ambiente, porém estes efeitos não são considerados cumulativos e nem são persistentes, portanto, nessas condições, ela é considerada baixa. É possível encontrar a amônia na forma ionizada (NH_4^+), ela é a forma não tóxica, pois, não apresenta evidentemente seus efeitos. A amônia mais tóxica é a sua forma livre (NH_3), pois apresenta mais facilidade na difusão entre as membranas celulares dos organismos.^[37]

Quando o nitrogênio amoniacal é exposto em concentrações elevadas, podem causar efeitos adversos nos organismos a exemplo, da falta de oxigenação em peixes, que como consequência levaria a morte deles. A identificação desse parâmetro é bastante importante, pois, diante dos resultados encontrados, podem identificar a presença de esgotos domésticos que são lançados no corpo hídrico, onde pode ser considerado um fator importante no consumo de oxigênio através do processo de nitrificação^[37].

Já para o nitrito foi observado nas estações de coleta nos meses de agosto e outubro uma variação de 0,25 a 1,00 ppm. Por outro lado Alves et al.^[31], identificou que os valores de nitrito apresentaram menores valores, quando analisados entre os meses de novembro de 2005 a setembro de 2006, com variação de 0,001 a 0,054 mg/L, tal diferença pode ser explicada por conta do método utilizado.

O nitrito é mais uma forma química em que o nitrogênio se apresenta, este tipo de composto é comumente encontrado em pequenas quantidades, em águas superficiais, essa quantidade está intimamente relacionada com a interação que esta forma química apresenta com o oxigênio, com isso

sendo considerada uma forma instável na presença do mesmo, sendo por tanto principalmente encontrado na região superficial de um corpo hídrico^[37].

Tabela5: Valores de amônia total, amônia tóxica e nitrito nas amostras do estuário do rio Poxim- Sergipe coletadas nos meses de agosto e dezembro de 2014. (E1 – Inácio Barbosa; E2 – Parque dos Cajueiros; E3 – 13 de julho)

Estações	Amônia Total (ppm)		Amônia Tóxica(ppm)		Nitrito(ppm)	
	Ago/2014	Out/2014	Ago/2014	Out/2014	Ago/2014	Out/2014
Controle	0,25	0,25	0,009	0,009	0,25	0
E1	3,00	3,00	0,557	0,557	0,25	1,00
E2	1,50	3,00	0,230	0,557	0,5	1,00
E3	1,00	0,25	0,127	0,009	0,5	0,25

Os testes realizados com a substância de referência (sulfato de zinco) apresentaram um valor médio de CL_{50} de $0,35 \pm 0,045$ mg/L, sendo bastante similar aos dados gerados por Figueiredo^[23] que obteve CL_{50} de $0,27 \pm 0,01$ mg/L.

O controle negativo (água artificial) apresentou-se dentro do limite de confiabilidade, mantendo-se a mortalidade inferior a 20% ou igual a esse valor. Durante os ensaios foi registrado sobrevivência de 80% no controle negativo. Apesar da ABNT NBR 15.308/2011 requerer sobrevivência acima de 90% nos controles, outros trabalhos^[23,24] utilizaram 80% como critério de aceitabilidade. Sendo assim os ensaios foram considerados válidos.

Foram observados indicativos de toxicidade para as amostras do estuário do rio Poxim no mês de agosto/2014, nas estações E1 e E2, com redução significativa da sobrevivência ($p < 0,05$) (Figura 6). As amostras coletadas nessas mesmas estações apresentaram elevados valores de amônia (Tabela 5), que podem ter influenciado a sobrevivência dos organismos (ANEXO B e C). Além disso, nessas estações há uma maior influência das águas provenientes do rio, que além de conter efluentes industriais e domésticos, apresentam metais traço presentes na água da região (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn)^[34,38].

Por outro lado, as amostras de outubro/2014 não apresentaram efeitos significativos, mesmo apresentando valores elevados de amônia. Nesse mês a influência das águas do rio foi menor, devido à falta de chuvas e provável diminuição da vazão, o que, juntamente com a maior amplitude de maré no dia da coleta promovem um alcance maior das águas provindas do mar, que aparentemente contribuem pouco para alteração na sobrevivência dos misidáceos. Todavia, foi possível perceber nas amostras da E1, redução da sobrevivência em relação ao controle, sugerindo que essa estação sofre influência da poluição.

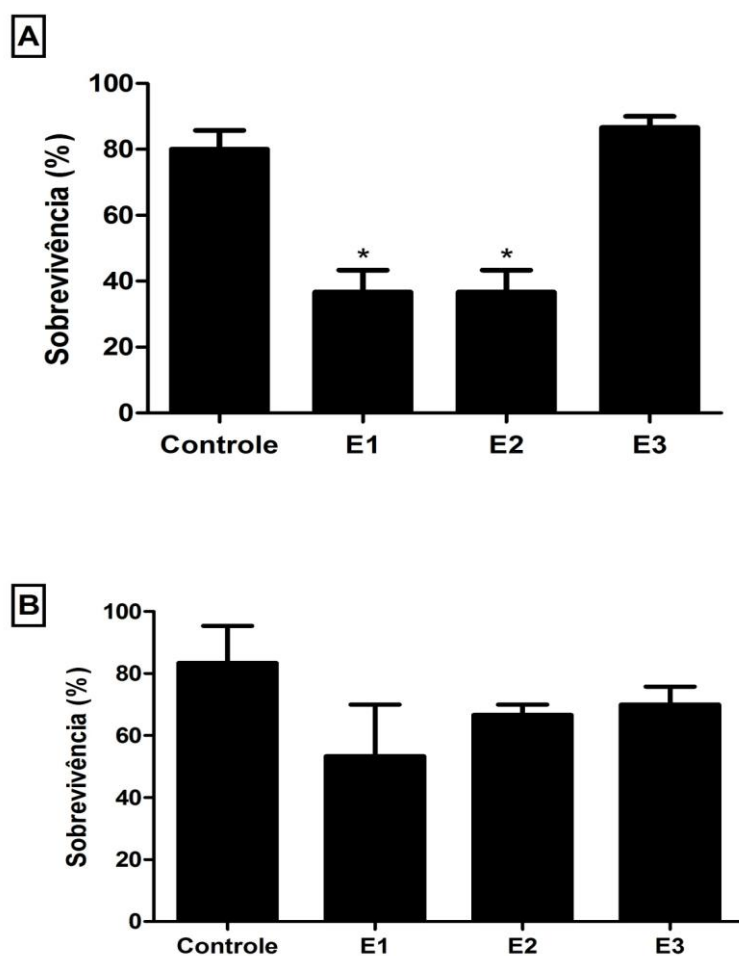


Figura 6: Sobrevivência dos misidáceos *Mysidopsis juniae*, 96 horas após exposição às amostras do estuário do rio Poxim, Aracaju/Sergipe (E1 – Inácio Barbosa; E2 – Parque dos Cajueiros; E3 – 13 de julho).

A – Agosto/2014. B – Outubro/2014. *ANOVA seguida de teste de Dunnet ($p \leq 0,05$).

As estações que apresentaram menores valores de salinidade também apresentaram alterações na sobrevivência dos misidáceos, indicando que os agentes causadores de poluição no estuário são provenientes do rio, sejam, por despejo de efluentes domésticos ou indústrias.

4 CONCLUSÃO

Diante do que foi apresentado neste trabalho, o ensaio de toxicidade com o misidáceo *Mysidopsis juniae* mostrou ser uma análise importante para avaliação da qualidade das águas do estuário do rio Poxim. Os efeitos significativos foram evidenciados nas amostras coletadas em agosto/2014, indicando

que os organismos presentes no estuário estão expostos às substâncias e condições ambientais pouco favoráveis a sobrevivência. Por outro lado as amostras de outubro/2014 não foram tóxicas aos organismos. Altos valores de amônia foram encontrados, possivelmente provenientes dos lançamentos de efluentes domésticos e industriais presentes na área. Por fim, são necessárias que sejam realizadas novas coletas com a finalidade de monitorar se há ou não uma variação entre os períodos sazonais para o estuário e complementar com outras análises químicas para a região de estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguiar Netto AO, Ferreira RA, Alves JPH, Garcia CAB, Costa AM, Moreira FD, et al. Cenário dos corpos d'água na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim - Sergipe, na zona urbana, e suas relações ambientais e antrópicas. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos; 2007 Nov 25-26; São Paulo, Brasil 2007. p. 1-19.
2. Aguiar Netto A O. Descrição geral da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim. In: ALVES J do P H, Garcia C A B, Aguiar Netto A O, Ferreira R A, Coordenadores. Diagnóstico e avaliação da sub-bacia Hidrográfica do rio Poxim. Relatório de Pesquisa. Sergipe: EDUFS/FAPESE; 2006. p. 1-27.
3. Aguiar Netto A O, Ferreira RA. Sustentabilidade da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim. In: ALVES J do PH, Garcia CAB, Aguiar Netto AO, Ferreira RA, Coordenadores. Diagnóstico e avaliação da sub-bacia Hidrográfica do rio Poxim. Relatório de Pesquisa. Sergipe: EDUFS/FAPESE; 2006. p. 225-241.
4. AMBIENTEC Consultoria. Estudo de Impacto Ambiental - Referente ao Projeto de Construção da Ponte sobre o Rio Poxim, ligando o bairro Inácio Barbosa ao bairro Augusto Franco de Aracaju. Aracaju; 2008.1 rev.
5. Wanderley LL. A dinâmica Geomorfológica e urbano-ambiental do sistema flúvio marinho rio Sergipe-rio Poxim, em Aracaju, Sergipe, Nordeste do Brasil.Revista Geonordeste 2013; n.2:56-80.
6. Sergipe, Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe- SEMAR. Gestão Integrada das Águas Urbanas em Aracaju-SE/Brasil [Internet]. Aracaju; 2010.[acesso 2015 fev 06] . Disponível em: www.semarh.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid.
7. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro; 2010.
8. Brasil- Ministério das Cidades. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2013. Brasília; 2014.
9. Instituto Trata Brasil. Ranking do Saneamento - As 100 maiores cidades do Brasil (SNIS 2012) [Internet]. 2014. [acesso em 2015 fev 01]. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/tabela-100-cidades2014.pdf>.
10. Castro P, Huber ME. Biologia Marinha. 8ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2012. p. 461.

11. Lenzi E, Favero LOB, Uchese EB. Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos; 2009. p. 604.
12. Zagatto PA, Bertoletti E. Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações. 2ª ed. São Carlos: RiMa; 2008. p. 472.
13. CETESB- Companhia de saneamento básico de São Paulo. Qualidade de Água. [acesso em 2015jan03].Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidade-das-%C3%A1guas>>.
14. Braga B, Hespanhol I, Conejo JGL, Mierzwa JC, Barros MTL, Spencer el al.Introdução à engenharia ambiental. 2ª ed. São Paulo: Pearson; 2005. p. 318.
15. Magalhães DPM, Filho ASF. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. Oecologia Brasiliensis 2008; 12(3):355-381.
16. Brasil. Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 18 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências [Internet]. Brasília, DF; 2005. [acesso em 2014 fev. 1]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>
17. Vasco AN, Brito FB, Perreira APS, Junior AVN, Nogueira LC, Garcia CAB.Condições atuais da qualidade da água na sub-bacia do Rio Poxim segundo critérios de enquadramento da Resolução CONAMA 357/05. In: IV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe; 2011 Mar 23-25; Sergipe, Brasil 2011.
18. Badaró-Pedroso C,Reynier MV, Prósperi VA. 2002. Testes de toxicidade aguda em misidáceos - ênfase nas espécies *Mysidopsis juniae* e *Mysidium gracile* (Crustacea: Mysidacea). In: Nascimento IA, Sousa ECPM ,Nipper M (Eds), Métodos de ecotoxicologia marinha. Aplicações no Brasil. Artes Gráficas e Indústria Ltda, p. 123-139.
19. OECD - Organisation of Economic Corporation and Development. Detailed review paper on aquatic arthropods in life cycle toxicity tests with an emphasis on developmental, reproductive and endocrine disruptive effects. 55, 2006.125p.
20. Castro, I.B.; Westphal, E.;Fillmann, G. (2011) Tintas anti-incrustantes de terceira geração: Novos biocidas no ambiente aquático Química Nova 34: 1021-1031.
21. Resgalla JRC, Noldin J, Tamanaha M, Deschamps F, Eberhardt D, Rörig L. Risk analysis of herbicide quinclorac residues in irrigated rice areas, Santa Catarina, Brazil. Ecotoxicology. Issue 8, v.16, p.565-571, 2007.
22. Aragão JS. Toxicidade do efluente de uma fazenda de cultivo de camarão marinho *Litopenaeu svannamei* e do metabissulfito de sódio em juvenis de *Mysidopsis juniae*[Dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2006.
23. Figueiredo LP. Uso de *Mysidopsis juniae* na análise da toxicidade dos metais zinco e níquel. [Dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2013.
24. Meire RR. Avaliação ecotoxicológica do efluente de uma indústria têxtil e seu impacto no estuário Potengi, Natal/RN [Monografia]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2009.

25. Brasil, Marinha do Brasil. Tábuas de Marés [Internet]. Brasília, DF;2015. [Acesso em 2014 jan 02]. Disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/30825Jan2014.htm>.
26. Ruppert EE, Fox RS, Barnes RD. Zoologia dos invertebrados. 7ª ed. São Paulo: Roca; 2005. p. 1145.
27. Associação Brasileira de Norma Técnicas. NBR15308: Ecotoxicologia aquática -Toxicidade aguda - Método de ensaio com misidáceos (Crustacea). 2011. 19p.
28. Hamilton MA, Russo RC, Thurston RV. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environmental Science & Technology* 1977;11(7): 714-719.
29. Barbosa RP. Aplicação do Índice de proteção da vida aquática (IVA) ao sistema estuarino da baía de Vitória [Dissertação]. Vitória (ES): Universidade Federal do Espírito Santo; 2010.
30. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Gerar gráficos. [acesso em 01 jan 2015]. Disponível em :< http://www.inmet.gov.br/sim/gera_graficos.php>.
31. Alves J do PH, Garcia CAB, Aguiar Netto AO, Ferreira RA, Santos DBS ; Bezerra DSS, Barbosa CDAES, Costa A. Rio Poxim: qualidade da água e suas variações sazonais. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos; 2007 Nov 25-26; São Paulo, XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007. p. 1-15.
32. Farias MSS. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo.[Tese]. Paraíba: Universidade de Campina Grande; 2006.
33. Marins RV, Filho FJ de P, Maia SRR, Lacerda LD, Marques WS. Distribuição de mercúrio total como indicador de poluição urbana e industrial na costa brasileira. *Quim. Nova* 2004; v. 27 n.5: 763-770.
34. Alves J do P H, Garcia C A B. Qualidade da Água. In: ALVES J do P H, Garcia C A B, Aguiar Netto A O, Ferreira R A, Coordenadores. Diagnóstico e avaliação da sub-bacia Hidrográfica do rio Poxim. Relatório de Pesquisa. Sergipe: EDUFS/FAPESE, p. 163-197, 2006. 245p.
35. PereiraLPF, Mercante, CTJ. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. *B. Inst. Pesca* 2005;31(1):81-88.
36. Embrapa- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boas praticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquíicultura. Jaguaripuna; 2007. Comunicado Técnico nº 44.
37. Hermes CL, Fay EF, Silva CMMS, Silva ÊFF. Considerações Gerais à classificação e Monitoração da Qualidade da Água. In: Fay EF, Silva CMMS, edit. Índice do uso sustentável da água (ISA-AGUA) -região do submédio são Francisco. Jaguaruna: Embrapa Meio Ambiente; 2006. p. 17-41.

38. Passos EA. Distribuição de sulfeto volatizado em meio ácido e metais pesados em sedimentos do estuário do rio Sergipe [dissertação]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe; 2005.

Anexo A

Título. Colocar um título conciso e utilizar maiúscula apenas na primeira letra da sentença e nas palavras de uso obrigatório

X. X. Sobrenome¹; X. X. Sobrenome¹; X. X. Sobrenome¹; X. X. Sobrenome²

¹Nome do Departamento/Laboratório/Setor, Nome da Instituição, CEP, Cidade-ESTADO, País

²Nome do Departamento/Laboratório/Setor, Nome da Instituição, CEP, Cidade-ESTADO, País

emaildoautorcorrespondente@xxxx.xxx;

(Recebido em dia de mes de ano; aceito em dia de mes de ano)

Resumo do artigo. Usar Times New Roman 10 e não ultrapassar 250 palavras.

Palavras-chave: colocar 3 palavras-chave.

Título em inglês. Coloque uma versão em língua inglesa para o título do seu trabalho.

Resumo em inglês.

Keywords: 3 keywords.

1. INTRODUÇÃO

Descreva o estado-da-arte do problema. Justifique e apresente os objetivos do seu trabalho.

Em todo texto, use os tamanhos e formatos deste modelo. Para citar as referências, utilize o Estilo Vancouver. Recomendamos o *NLM styleguide for authors, editors, and publishers*¹ como guia para o estilo das referências.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Descrever os materiais e métodos do trabalho. A metodologia deve ser descrita com as informações necessárias para permitir a repetição do estudo por outro pesquisador. Deve-se preferir o uso de unidades no Sistema Internacional (SI).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentar e discutir os resultados. Caso prefira, a seção de Discussão pode ser separada e posterior a seção de Resultados.

As figuras devem ser centradas e com legendas em itálico, como na Figura 1.



Figura 1: Legenda da figura.

As tabelas devem adotar o modelo apresentado na Tabela 1, sem linhas verticais.

Tabela 1: Exemplo de modelo de tabela.

Título	Título		
	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
Linha 1	XXX	XXX	XXX
Linha 2	XXX	XXX	XXX
Linha 3	XXX	XXX	XXX
Linha 4	XXX	XXX	XXX

As figuras e as tabelas devem obrigatoriamente ser chamadas no texto e devem conter legendas autoexplicativas. Deve-se evitar tabelas com poucas informações, que podem ser facilmente substituídas por texto corrido.

4. CONCLUSÃO

Conclusão do trabalho.

5. AGRADECIMENTOS

Apresente os agradecimentos justos. Esta seção não é obrigatória.

-
1. Patrias K. Citing medicine: the NLM style guide for authors, editors, and publishers [Internet]. 2nd ed. Wendling DL, technical editor. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); 2007 -[atualizado em 15 set 2011; citado em 10 jan 2012]. Disponível em: <http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>

Anexo B

Teste N° 01

Início do teste - 14/08/14 - hora: 15:37

Início da exposição dos organismos - hora: 16:27

Fim do Teste - data:18/08/2014 - hora: 15:24

Substância ou amostra: Estuário rio Poxim

Responsável: Anderson

Béquer N°	24h	48h	72h	96h	Total mortos	Total vivos
1	0	0	0	1	1	9
2	5	0	0	0	5	5
3	7	0	0	0	7	3
4	1	0	0	0	1	9
5	4	1	0	0	5	5
6	5	1	0	1	7	3
7	0	0	1	1	2	8
8	0	1	0	0	1	9
9	1	1	0	0	2	8
10	1	0	2	0	3	7
11	6	1	0	0	7	3
12	6	1	0	0	7	3

Randomização	
Controle	7,8,10
P1	5,11,12
P2	2,6,3
P3	1,4,9

Anexo C

Teste N° 02

Início do teste - 15/12/14 - hora: 14:30

Início da exposição dos organismos - hora: 16:30

Fim do Teste - data: 19/12/2014 -hora: 16:30

Substância ou amostra: Estuário rio Poxim

Responsável: Anderson

Béquer N°	24h	48h	72h	96h	Total mortos	Total vivos
1	0	1	0	0	1	9
2	2	2	0	0	4	6
3	1	1	2	0	4	6
4	0	2	0	1	3	7
5	3	0	0	0	3	7
6	0	1	2	0	3	7
7	2	1	0	0	3	7
8	2	0	0	0	2	8
9	1	0	2	1	4	6
10	2	1	0	0	3	7
11	0	0	0	0	0	10
12	5	0	2	1	8	2

Randomização	
Controle	11,9,1
P1	4,12,7
P2	3,6,10
P3	8,5,2